USER MANUAL

DATE: 05/05/2014 DOC.MIF41171 REV.1.1

Manuel d'utilisation
De l'équipement
TDU-100E
Pour la localisation de défaut sur réseau HT

REVISIONS			RESUME	VISA
N	PAGE	DATE		
1	Toutes	5/9/2013	Emission	Lodi.
1.1	Toutes	5/5/2014	Modifications pour la révision 1.1	Lodi

INTRODUCTION **6**

1 GUIDE INSTALLATEUR **7**

1.1 RÉCEPTION 7
1.2 INSTALLATION 8
1.2.1 Premier pas : installation de TDU-100E *8*
1.2.2 La face arrière *9*
1.2.3 Pas deux: mise à la terre *10*
1.2.4 Pas trois: connexion à l'alimentation et alarmes *13*
1.2.5 Pas quatre: connexion des entrées analogiques *15*
1.2.5.1 Ligne en tension alternatif, connexion courant directe 16
1.2.5.2 Ligne en tension alternatif, connexion courant indirecte 19
1.2.5.3 Une seule ligne sur la barre, connexion tension 27
1.2.5.4 Ligne THT, TP capacitif 30
1.2.5.5 Ligne de puissance en tension continu 34
1.2.5.6 Sommaire des entrées analogiques 35
1.2.6 Pas cinq: connexion de la communication *38*
1.2.6.1 Connexion au réseau TCP/IP 39
1.2.6.2 Connexion série point à point 41
1.2.6.3 Connexion sur accès commuté 43
1.2.7 Pas six: synchronisation du temps *46*
1.2.8 Pas sept: entrées binaires *52*

2 GUIDE UTILISATEUR **55**

2.1 STRUCTURE PHYSIQUE 55
2.1.1 Vision *55*
2.1.2 La face avant *55*
2.1.3 Contrôle local de l'équipement *57*
2.1.3.1 Sommaire des enregistrements 58
2.1.3.2 Séquence des enregistrements 59
2.1.3.3 Paramètre 60
2.1.3.4 Mémoire USB 64
2.1.3.5 Définir le mot de passe 65
2.1.3.6 Bouton FON. 65
2.1.4 La face arrière *66*
2.2 L'ARCHITECTURE DE L'ÉQUIPEMENT 66
2.3 PRINCIPE DE LOCALISATION 68
2.4 DÉTECTION DES ONDES TRANSITOIRES 70

2.4.1 Ligne de puissance en tension alternatif *70*
2.4.2 Ligne de puissance en tension continu *73*

3 MISE EN SERVICE **74**

3.1 INTRODUCTION 74
3.2 ESSAI DE LA CONNEXION DE COURANT 74
3.3 ESSAI DE LA COMMUNICATION AVEC L'UNITÉ MAITRE 75

4. ENTRETIEN ET DEPANNAGE **77**

4.1 ENTRETIEN 77
4.1.1 Inspection périodique *77*
4.1.2 Essai d'entretien *77*
4.2 DÉPANNAGE 78
4.2.1 Le voyant « ALIM. » est éteint *78*
4.2.2 Le voyant « MARCHE » ne clignote pas *78*
4.2.3 Le voyant « Sync » ne clignote pas *78*
4.2.4 Alarme interne *79*
4.2.5 Le module IRIG-B ne clignote pas *79*
4.2.6 Pas de transmission des données *79*
4.2.7 Défaut sur l'entrée analogique *79*

APPENDICE A: LISTE D'IMBALLAGE DE TDU-100E **81**

Droit d'auteur © 2013 de ISA.

Déclaration

Nous avons fait tous nos meilleurs efforts pour ce que ce document soit complet, précis, et mis-à-jour. On fait périodiquement des modifications au matériel ; ces modifications sont périodiquement incorporées dans les révisions du document. ISA réserve le droit d'améliorer ou modifier le produit ou programme décrit dans le document sans avis, et n'est pas responsable de tous endommagements, même si indirect, causée par les choses ici dites, erreurs typographiques inclus.

NOTE : ensuite, WINDOWS c'est une marque de MICROSOFT inc.

INTRODUCTION

Le but du produit est de localiser les défauts qui se produisent dans les lignes de transmission de puissance. Le but est accompli par le système TFS-2100E, qui inclut :

- L'équipement TDU-100E, décrit dans ce manuel ;
- Le software TAS-2100E, qui est décrit dans un manuel séparé, et qui est la guide expert pour l'utilisation du système.

Ce manuel décrit le principe opératif, la structure de l'équipement et les fonctions de l'équipement TDU-100E de localisation des défauts avec les ondes migrantes, et donne les informations sur l'installation, mise en service, réglages et essais.

1 GUIDE INSTALLATEUR

1.1 Réception

Avant la livraison, TDU-100E a été configure suivant la commande, calibré et essayé. Avant l'installation, il faut s'assurer que tout est en ordre: suivre les pas suivants.

1. Contrôle avant signer le reçu.
Vérifier que la description de l'équipement et de ses modules correspond à la commande ; à ce propos, référez-vous à l'Appendice A.
Vérifier que l'emballage ne soit pas endommagé ou ouvert. En cas de dommage, il faut prendre des photos, rédiger un document avec la description du problème, et le faire signer par l'agent de fret.
Il faut aussi informer et envoyer la documentation à votre agent ISA. Enfin, il faut sauvegarder l'emballage, pour des contrôles suivants.

2. Contrôle externe.
Après avoir ouvert l'emballage, vérifier TDU-100E et ses accessoires. S'on trouve des abrasions, des déformations ou d'autres dommages, il faut prendre des photos et informer l'agent de fret.
Il faut aussi informer et envoyer la documentation à votre agent ISA.

3. Contrôle des étiquettes de TDU-100E.
Vérifier que les étiquettes des modules de TDU-100E correspondent à la commande ; en cas, informer votre agent ISA.

4. Contrôle de la liste des composants.
Vérifier que les composants (transformateurs à tore ouvrant, câbles de connexion..) correspondent à la commande. Si l'on trouve des manques, il faut informer l'agent de fret et votre agent ISA.

5. En cas de problèmes

En cas de problèmes à la réception, si le problème est simple, ISA va a vous le résoudre directement. Si le problème est important, il faut renvoyer l'équipement à ISA, après agrément avec le responsable, M. L. Biotti ; son adresse est :
Luca.biotti@isatest.com

1.2 Installation

Les pas à suivre pour installer TDU-100E sont ici décrits. On vous prie de les suivre avec attention.

1.2.1 Premier pas : installation de TDU-100E

TDU-100E est prévu pour le montage dans un rack standard de 19 pouces. Il peut être monté seul, ou avec des autres modules, comme on voit dans la photo suivante.

Le montage se fait avec quatre vis aux extrémités de la face avant. La séquence de montage est la suivante.

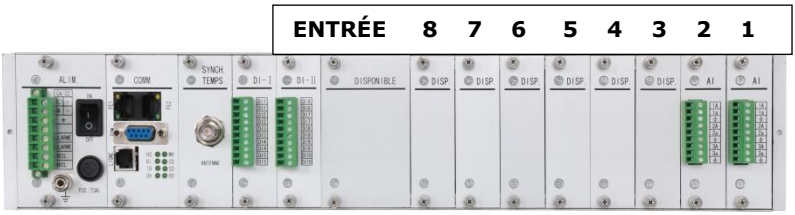
- Dévisser les vis du cabinet où on va a installer TDU-100E ;
- Insérer TDU-100E du front du cabinet, de manière que les trous sur la face avant correspondent à ceux du cabinet.
- Fermer les vis.

Pour la dissipation de la chaleur, il faut laisser 5 cm d'espace dessus ou dessous du module.

1.2.2 La face arrière

Sur l'arrière, l'équipement donne accès à quatorze guides, où on peut insérer les modules qui font TDU-100E. Le choix doit se faire à la commande.

NOTE : quand on regarde TDU-100E de l'arrière, l'entrée analogique n. 1 se trouve à la droite.



On peut insérer, de gauche à droite :

- Un module d'alimentation ;
- Un module de communication ;
- Un module de synchronisation ;
- Un ou deux modules d'entrées logiques ;
- Un module de sortie digitale.
- De la droite à la gauche, un maximum de huit

modules analogiques type AI, pour 24 signaux analogiques (huit lignes), ou un maximum de quatre modules AD ou AV pour 12 signaux analogiques (quatre lignes), ou une combinaison de modules.

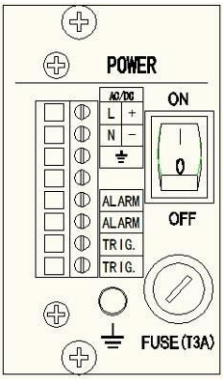
- La largeur des modules n'est pas fixe : on a des modules larges (50 mm), étroits (25 mm), intermédiaires (40 mm).

1.2.3 Pas deux: mise à la terre

La connexion à la barre de terre du cabinet sera faite sur le module d'alimentation, le premier à gauche. Les caractéristiques du module sont les suivantes.

- Module large (50 mm).
- Ils sont disponibles trois types de module : module de base, option 1, option 2.
- Module de base. Tension : de 85 à 264V, 50/60 Hz CA, ou de 90 à 260V CC.
- Option 1 : de 35 à 65V CC.
- Option 2 : de 35 à 140V CC.
- Consommation de puissance : <10W.
- Soutien du manque de tension : 200 ms, pour l'alimentation qui tombe à zéro.
- Sur le connecteur on trouve aussi :
- Deux contacts de relais, qui peuvent être branchés au système de surveillance de la sous-station, pour alerter l'opérateur en service.

La face du module ne change pas avec les options.



Sur le module on trouve les composants suivants.

Bornes de connexion à l'alimentation

La connexion à l'alimentation se fait par des bornes à vis, sur un connecteur à huit voies ; le pas est 5 mm.

Port de terre

La connexion à la barre de terre du cabinet sera faite sur la borne suivante.

La connexion est faite avec un conducteur de cuivre multibrin de 2,5 millimètres carrés avec terminaison ouverte, telle que la suivante.

Le conducteur sera branché à la borne à vis marquée " ⏚ ". Le conducteur sera le plus court que possible, et fournira une mise à la terre fiable.

La connexion est faite à la barre de terre de la cabine, qui, à son tour, est branchée à la grille de terre de la sous-station.

Avant l'allumage, il faut contrôler que TDU-100E a bien été mis à la terre de la sous-station; autrement, durant une panne de la sous-station, une tension dangereuse pourrait se produire.

Interrupteur d'alimentation

L'interrupteur permet d'alimenter l'équipement TDU-100E. L'équipement est alimenté quand il est sur ON, et il est éteint quand il est sur OFF.

Après la mise en service, l'équipement sera laissé allumé en continuation.

Fusible

Le fusible d'alimentation sert à protéger les circuits de l'alimentateur. Le courant nominal est 3 A; le type est F3A/250 V.

Sorties digitaux

La connexion au sorties digitaux se fait par sur le même connecteur à huit voies ; le pas est 5 mm.

1.2.4 Pas trois: connexion à l'alimentation et alarmes

La connexion à l'alimentation se fait sur le module d'alimentation vu avant, par des bornes à vis. La dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 5 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 2,5 mm.

Le câble d'alimentation aura trois conducteurs, deux pour les phases et un pour la terre. Le conducteur terre sera marqué jaune-vert ; les conducteurs seront marron pour la phase (ou le positif), et bleu pour le neutre (ou le négatif).

En cas d'alimentation continue, brancher le positif à la borne marquée « + », et le négatif à la borne marquée « - ».

En cas d'alimentation alternative, brancher la phase à la borne marquée « L », et le neutre à la borne marquée « N ».
La terre de l'alimentation sera branchée à la borne marquée "⏚".

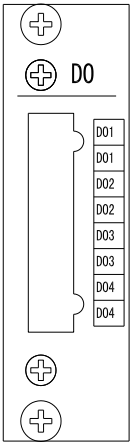
ALARMES

Sur le même connecteur on trouve deux contacts de relais pour la signalisation locale : « ALARM » et « DECLENCH. ».

- Le contact marqué « ALARM », est **fermé** quand TDU-100E n'est pas allumé et jusqu'à quand l'équipement n'est pas synchronisé. Dès la synchronisation, le contact s'ouvre, et se ferme encore dans les cas suivants: si l'alimentation tombe, si le chien de garde trouve une anomalie, si le signal de synchronisme manque.
- Le contact marqué «TRIGGER » est normalement ouvert. Quand l'équipement a reconnu un défaut, le contact se ferme durant 3 s : cela alerte le système pour récupérer les données. En cas de trigger multiples, le contact se ferme une seule fois.
- Caractéristiques des contacts : 28 V CC, 2 A ; 250 V CA, 0.5 A.

La connexion aux sorties digitaux se fait par des bornes à vis. Les fils seront branchés avec les mêmes terminaisons de l'alimentation.

NOTE. Optionnellement, l'équipement peut avoir un module DO, qui inclut quatre contacts de relais additionnels. La fonction de ces contacts peut être choisie par le logiciel TAS-2100E ; les connections sont les mêmes de l'alimentateur. La face arrière du module est la suivante.



On trouve deux vis pour contact; elles sont marquées DO1, DO2, DO3, DO4.

1.2.5 Pas quatre: connexion des entrées analogiques

- Sur l'arrière de l'équipement il y a la place pour quatre modules de 50 mm de large, ou pour huit modules de 25 mm de large. A spécifier à la commande (voir après).
- Entrées : de 3 à 24, configurables pour applications de une à huit lignes. Chaque module a trois entrées.
- Type d'entrées : on a trois types de modules différents, (AI, AD, AV), et deux types de transformateurs externes : à tore ouvrant (noyau fendu) et externe. TDU-100E peut accueillir jusqu'à **quatre** modules type AD, ou **huit** modules type AI, ou une combinaison des deux.

L'entrée analogique peut être tension ou courant, ce que sera choisi en fonction du type de sous-station.

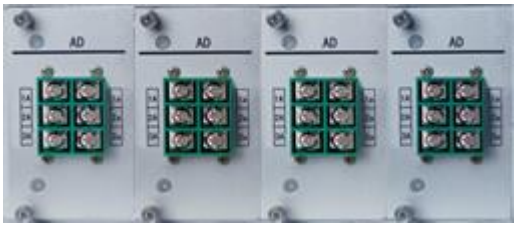
En sommaire :

- Plus d'une ligne branchée au jeux de barres (inclus le cas d'une ligne qui entre et quitte) : connexion de courant (directe ou indirecte).
- Une seule ligne branchée au jeux de barres : connexion de tension.
- La tension est mesurée par un transformateur de type TVC (cas typique en cas de ligne THT) : on mesure le courant sur la mise à la terre du TVC.
- Alimentation en continu : on mesure le courant sur la mise à la terre du condensateur de filtre.

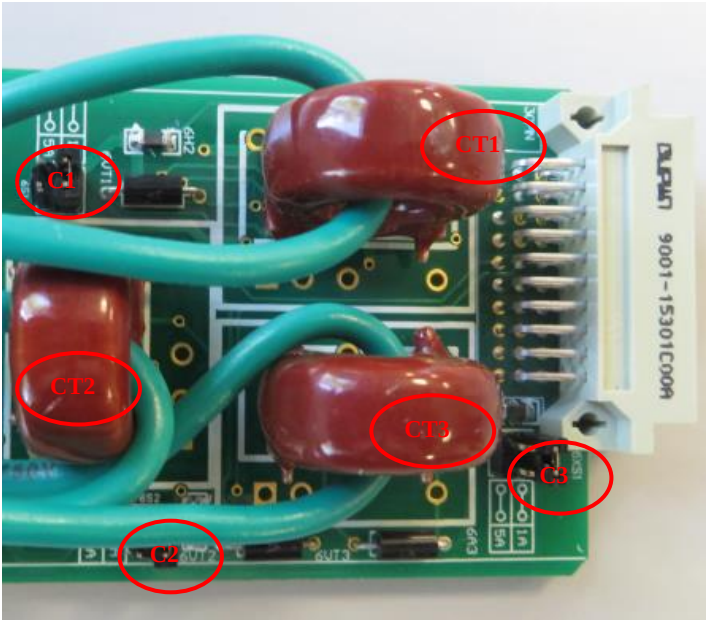
1.2.5.1 Ligne en tension alternatif, connexion courant directe

Module type AD. Il prévoit la connexion directe du courant secondaire au TC de la sous-station ; il accepte soit le secondaire de 1 A que le secondaire de 5 A. Caractéristiques du module :

- Dimension double : 50 mm.
- Courant nominal : 1 A et 5 A, sélectionnable par software.
- Charge : < 0.4 VA (IN = 5 A); < 0.1 VA (IN = 1 A).
- Connexion : trois plus trois voies, serrage à vis, pas entre les voies 10 mm. Il accepte un diamètre de fil jusqu'à 6 mm.
- Capacité de surcharge : 400% IN, continu ; 4000% IN, 1 s.



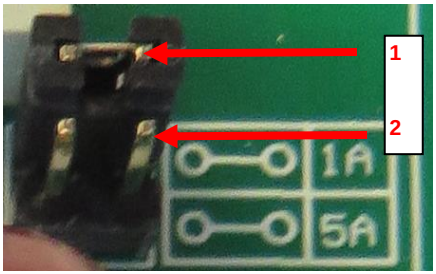
Voici la carte du module, avec sélection 1 A.



Sur le module on trouve trois petits TC : TC1, TC2, TC3, un par phase, avec les caractéristiques suivantes.

Courant nominal	5A / 1A
Charge du transformateur	< 0.4VA (I_n = 5A); < 0.2VA (I_n = 1A)
Surcharge	4000% I_n, 1s

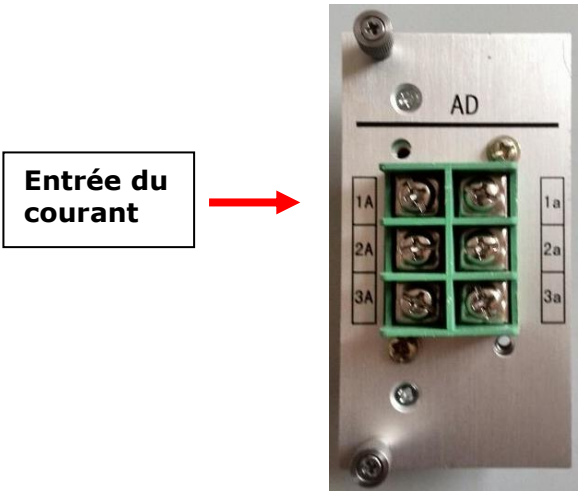
On trouve aussi trois connecteurs à quatre pins chaque : C1, C2, C3. Ces connecteurs ont un cavalier, qui sera monté sur la position 1 A ou 5 A suivant le courant nominal de la sous-station : voir la photo.



Pour la connexion, les pas sont les suivants.

- Ouvrir le secondaire du TC de la sous-station. S'il est en service, il faut **le court-circuiter avant l'ouvrir** ; autrement, une tension très dangereuse peut être générée.
- On serre un terminateur type fourchette sur chaque fils, tenant compte que la dimension de la plastique doit être moins de 7,5 mm, la dimension externe de la fourchette doit être 6,4 mm, et la dimension interne doit être 4,2 mm.

- Connecter le module, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » à l'arrivée (positif) du courant**.

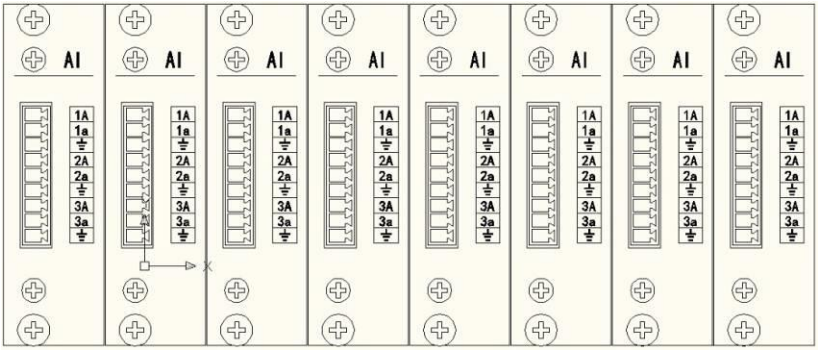


1.2.5.2 Ligne en tension alternatif, connexion courant indirecte

Module type AI, avec le transformateur de courant **à tore ouvrant (noyau fendu)**. Il est prévu pour le serrage sur le fil du secondaire du TC de la sous-station. Caractéristiques du module :

- Dimension simple : 25 mm.
- Courant nominal : 1 A et 5 A.
- Charge : négligeable.
- Capacité de surcharge : 400% IN, continu ; 4000% IN, 1 s.
- Rapport de transformation : 200 :1.
- Connecteur : neuf voies, serrage à vis, pas 3,2 mm.
- Dimensions du TC à tore ouvrant: 53 x 51 x 17 mm ; diamètre du trou 19 mm.
- Longueur du câble de connexion : 5 m ; section des fils 0,35 mm. On peut le prolonger jusqu'à 20 m, utilisant un câble blindé.

L'entrée de courant vient du transformateur à tore ouvrant, qui est traversé par le secondaire du TC de la sous-station. Ceci est le type plus utilisé.

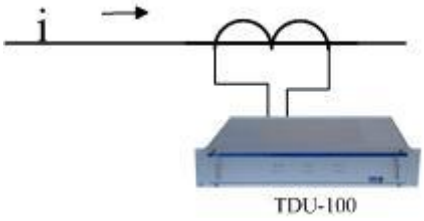


Voici la carte du module.

Aussi sur cette carte on trouve trois connecteurs à six pins, et un cavalier ; mais, il doit rester en position 1.

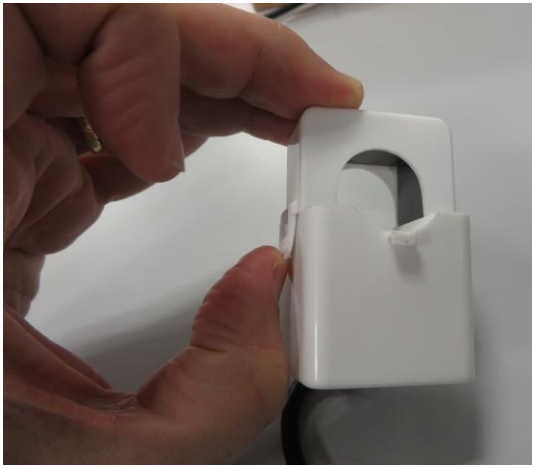
On utilise le TC à tore ouvrant, en le fermant sur le fil du secondaire du TC de la sous-station ; la sortie est connectée au module AI. Ca permet d'installer TDU-100E sans ouvrir le

circuit : on peut se brancher tant que la sous-station est en service.

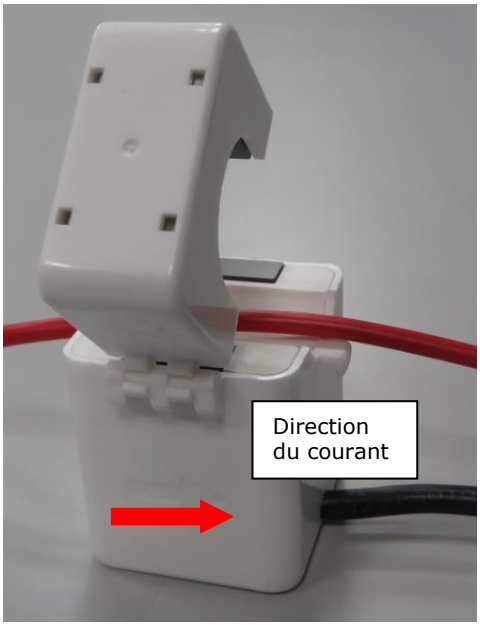


La photo ici ensuite monstre le tore ouvrant.

Il y a le tore et le câble de connexion qui sort du tore. Les pas à suivre pour le montage sont les suivants.



Pas 1 : Ouverture du tore. Le tore est fermé par un ressort de fermeture. On voit ici comment il s'ouvre.



Pas 2 : on fait passer le câble du secondaire du TC de la sous-station, de manière que le courant entre le tore suivant la direction de la flèche. On a deux calibres pour le tore : 1 A ou 5 A.

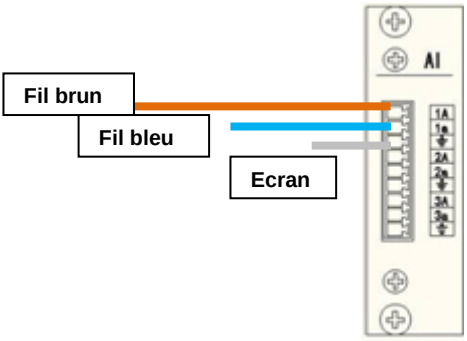
Pas 3 : on ferme le tore.

Pas 4 : on serre le tore sur le câble par une bande plastique, et on coupe le câble du tore, qui est 5 m de long, pour s'adapter à la distance entre le tore et le module AI.

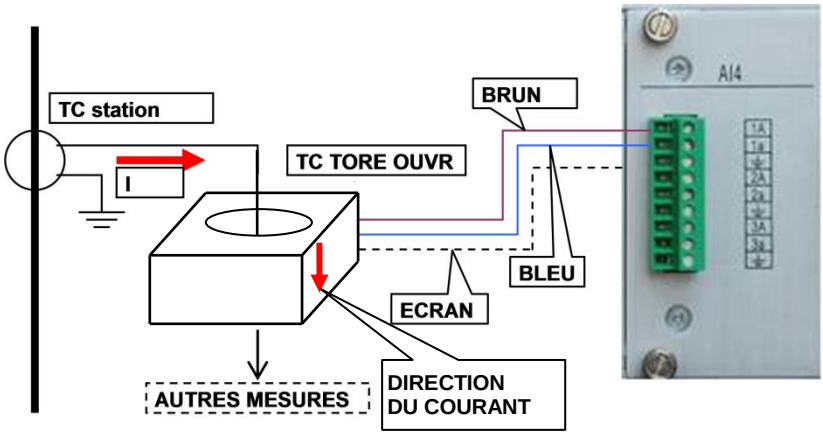
Le câble inclut trois fils : positif brun, négatif bleu et écran. La connexion à l'alimentation se fait par des bornes à vis. La

dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 3,2 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 1,2 mm.

Pas 5 : on visse le câble au module AI. Connecter le module, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » au fil brun**, la borne « a » au fil bleu, et la borne marquée « ⏚ » à l'écran.



Maintenant le câblage est terminé. Voici ensuite le résumé de notre câblage.



Notes.

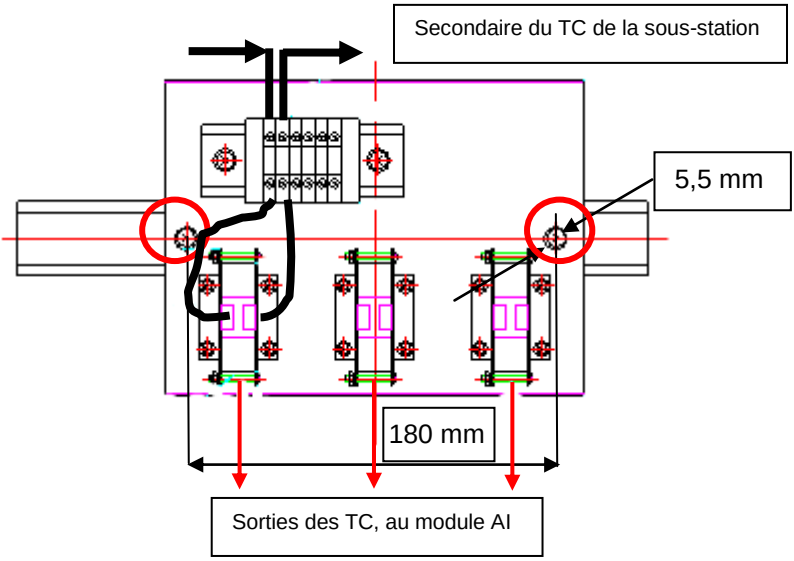
- Si, durant les essais, on voit que la sensitivité du TC est trop baisse, on peut passer deux tours dans le tore.

- Si le longueur de 5 m ne suffit pas, on peut le doubler par l'addition d'un câble supplémentaire de caractéristiques identiques. Si cela ne suffit encore pas, jusqu'au maximum de 40 m, on peut le faire, mais il faut doubler les tours.

Pour ce type de module, on a prévu aussi une platine de montage dans l'armoire. Sur la platine on trouve :

- Un bornier à six positions, pour le raccordement aux secondaires des TC de la sous-station ;
- Trois transformateurs à tore ouvrant, qui sont connectés d'un côté au bornier, et de l'autre côté aux entrées du module AI.
- Chaque platine sert donc pour une ligne.

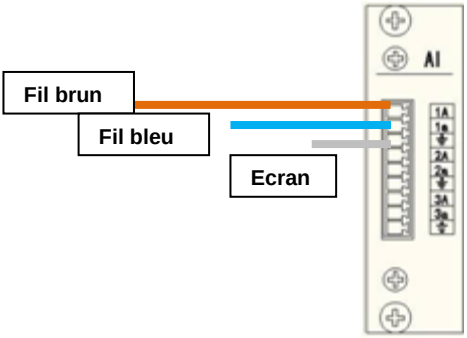
- Avant tout, placer la platine dans l'armoire, et la visser sur une guide DIN en utilisant les deux trous.



- Le secondaire du TC de la sous-station doit être connecté au bornier de la platine. Les pas sont les suivants.
- Ouvrir le secondaire du TC de la sous-station. S'il est en service, il faut **le court-circuiter avant l'ouvrir** ; autrement, une tension très dangereuse peut être générée.
- Connecter le bornier, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » à l'arrivée (positif) du courant**.
- La connexion au TC de la sous-station se fait par des bornes à vis. La dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 5 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 2,5 mm.

- Les trois TC à tore ouvrant sont déjà branchés aux courants de la sous-station. Le câble des tores inclut trois fils : positif brun, négatif bleu et écran. On coupe le câble du TC tore, qui est 5 m de long, pour s'adapter à la distance entre le tore et le module AI.
- La connexion au module AI se fait par des bornes à vis. La dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 3,2 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 1,2 mm.

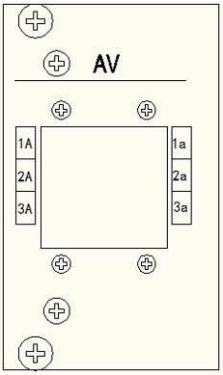
- On visse le câble au module AI. Connecter le module, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » au fil brun**, la borne « a » au fil bleu, et la borne marquée « ⏚ » à l'écran.



1.2.5.3 Une seule ligne sur la barre, connexion tension

Module type AV. Le module est 50 mm de large. Il prend comme entrée le secondaire du Transformateur de Potentiel de la sous-station.

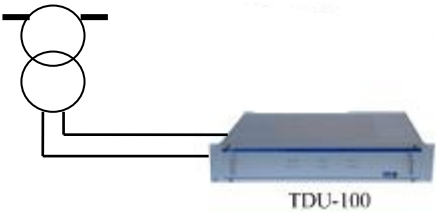
- Tension nominal : de 57 à 69 V (tension de phase).
- Charge : < 0.4 VA.
- Capacité de surcharge : 200% UN, continu ; 250% UN, 10 s.
- Connexion : trois plus trois voies, serrage à vis, pas entre les voies 10 mm. Il accepte un diamètre de fil jusqu'à 6 mm.



La connexion est : tension de phase à la borne marquée « A » ; tension neutre à la borne marquée « a ». Sur la carte on trouve trois transformateurs comme le suivant.

Aussi sur cette carte il y a des cavaliers, mais ils ne doivent pas être déplacés.

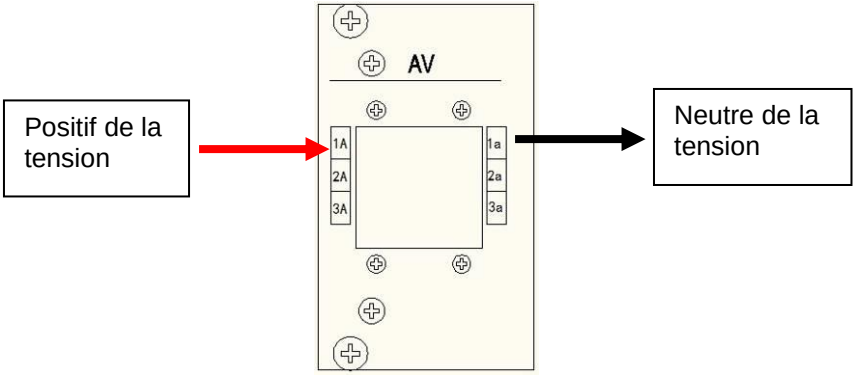
S'il n'y a pas des autres lignes sur le jeu de barres, l'amplitude de la transitoire du courant est limité : dans ce cas, on mesure la transitoire de tension, qui se mesure au secondaire du Transformateur de Potentiel de la sous-station, et qui se branche à un module AV. Le cas typique est celui de la sous-station générateur, avec une seule ligne qui départe des barres, et de l'autre part des barres, le secondaire du transformateur élévateur : l'impédance du transformateur est très élevée, et l'impulsion de courant est effacée immédiatement par la réflexion.



Les pas de câblage sont les suivants.

- Se brancher au secondaire du TP de la sous-station. S'il est en service, il faut **l'ouvrir avant se brancher** ; autrement, on pourrait causer un court-circuit.
- On serre un terminateur type fourchette sur chaque fils, tenant compte que la dimension de la plastique doit être moins de 7,5 mm, la dimension externe de la fourchette doit être 6,4 mm, et la dimension interne doit être 4,2 mm.

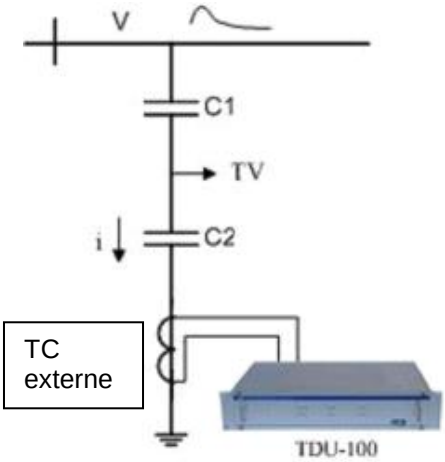
- Connecter le module, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » au positif (phase) de la tension,** et le négatif au neutre.



1.2.5.4 Ligne THT, TP capacitif

Sur les lignes de Très Haut Tension, à l'arrivée de la ligne, d'habitude on trouve un transformateur à diviseur capacitif de très haut tension, qui est un court-circuit pour l'onde migrante de tension.

Dans ce cas, on obtient un signal indirect, c'est-à-dire l'impulsion de courant que l'on trouve sur le câble de mise à la terre ; le détecteur est le transformateur pour montage externe, que l'on ferme sur le câble, et qui est connecté à un module AI.



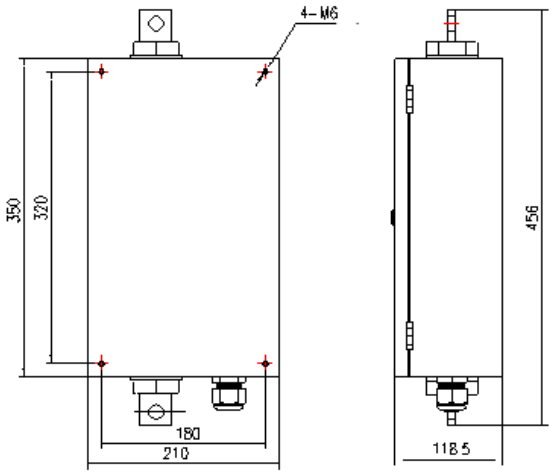
Pour le TC externe, les caractéristiques sont les suivantes.

- Réalisation : tore.
- Courant nominal : 1 A et 5 A.
- Capacité de surcharge : 400% IN, continu ; 4000% IN, 1 s.
- Rapport de transformation : 200 :1.
- Dimensions : 103 (haut) x 80 (large) x 26.5 (profondeur) mm ; diamètre du trou 44 mm.
- Longueur du câble de connexion au module AI : jusqu'à 2 km (pas fourni).

- Boite de protection externe, inclus. Dimensions : 250 mm (haut) x 150 mm (large) x 120 mm (profondeur).

TC externe

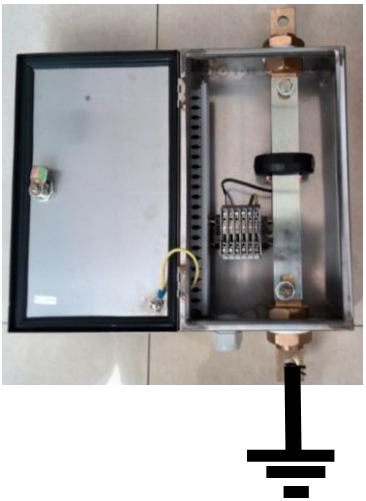
Boite du TC externe, vue de l'intérieur



Dimensions de la boite du TC externe.

Il faut une boite par phase.

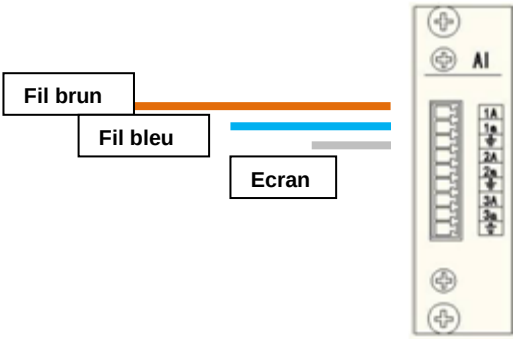
- Avant tout, il faut **ouvrir la ligne**, car il faut ouvrir les mises à la terre des phases.
- Ensuite, il faut localiser les mises à la terre des trois phases, et installer les trois boites des TC externes **les plus proches que possible**, de manière à ne pas trop prolonger la mise à la terre.
- Le montage se fait par quatre vis à visser sur l'arrière de la boite. Les vis sont de 6 mm.
- Ensuite, il faut couper le câble de mise à la terre, et le visser aux deux trous de la barre qui passe le module ; le diamètre des trous est 16 mm.



Câble de mise à la terre

- Maintenant, ouvrir la boite : on gaine accès au TC de mesure.
- La connexion du secondaire du TC de la boite se fait par un câble à deux conducteurs plus écran. La section des fils sera 1 mm carré ; les couleurs seront bruns et bleu.
- Le fil brun sera branché à la borne à gauche ; le fil bleu sera branché à la borne suivante.
- **Ne pas brancher l'écran ici : il doit être branché à la terre seulement sur le module AI.**
- La longueur maximum du câble de connexion est 2 km.
- La connexion au module AI se fait par des bornes à vis. La dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 3,2 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 1,2 mm.

- Maintenant, on visse le câble au module AI. Connecter le module, phase par phase, en branchant **la borne marquée « A » au fil brun**, la borne « a » au fil bleu, et la borne marquée « ⏚ » à l'écran.



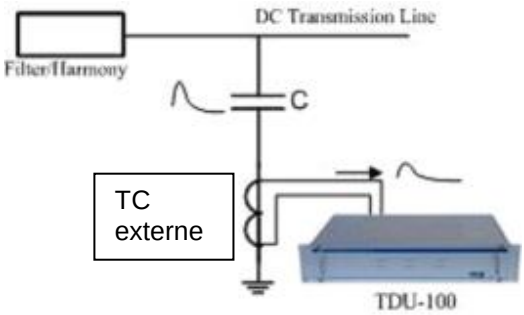
Le câblage est terminé.

1.2.5.5 Ligne de puissance en tension continu

Sur ce type de lignes on ne peut pas acquérir les ondes migrantes comme sur les lignes CA. De toute manière, la ligne CC entre toujours dans une station de conversion, qui est équipée d'un condensateur de filtrage pour couper les impulsions de tension d'haute fréquence.

Quand un défaut se produit sur la ligne CC, l'impulsion correspondante traverse ce condensateur. On mesure ce signal indirect; le détecteur est le transformateur pour

montage externe, que l'on ferme sur le câble de mise à la terre, et qui est connecté à un module AI.



La procédée de réalisation du câblage est identique à celle pour les transformateurs de type capacitif ; voir le paragraphe avant.

1.2.5.6 Sommaire des entrées analogiques

Le tableau suivant résume les fonctions des différents modules et la composition des modules.

Fonction		**N. de lignes**	**Tension**	**Type de module**	**TC**
A	Connexion directe du courant	**Plus de 2**	**MT,HT,EHT**	**AD**	**NON**
B	Connexion par TC ouvrant	**Plus de 2**	**MT,HT,EHT**	**AI**	**Ouv.**
C	Courant CC	**---**	**HT,EHT**	**AI**	**EXT**
	Transformateur capacitif	**1**	**EHT**	**AI**	**EXT**
D	Tension CA	**1**	**MT,HT**	**AV**	**NON**

Le détail de la connexion des entrées analogiques (et logiques) à TDU-100E est décidé par le gérant de la sous-station, avant la commande de TDU-100E. Par exemple, le tableau suivant monstre les connexions directes des courants secondaires. Le tableau se réfère au cas de quatre lignes.

MOD.	AD			AD			AD			AD		
POSITIONS	7+8			5+6			3+4			1+2		
LIGNE	4			3			2			1		
PHASE	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1A	√			√			√			√		
1a	√			√			√			√		
⏚	√			√			√			√		
2A		√			√			√			√	
2a		√			√			√			√	
⏚		√			√			√			√	
3A			√			√			√			√
3a			√			√			√			√
⏚			√			√			√			√

Le tableau suivant se réfère à la connexion indirecte.

MOD.	AI			AI			AI			AI		
POSITION	4			3			2			1		
LIGNE	4			3			2			1		
PHASE	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1A	√			√			√			√		
1a	√			√			√			√		
⏚	√			√			√			√		
2A		√			√			√			√	
2a		√			√			√			√	
⏚		√			√			√			√	
3A			√			√			√			√
3a			√			√			√			√

⏚			√			√			√			√

L'insertion des modules analogiques de dimensions différentes est compliquée à cause du câblage interne de TDU-100E. Les modules ont des connexions qui sont localisées sur deux bus différents : à savoir, en haut les connexions des modules AD et AV, qui sont larges, et en bas les connexions des modules AI. Le point est que les modules AD et AV sont mis en commun aux connexions des modules AI, comme suit.

AD-AV	**7-8**		**5-6**		**3-4**		**1-2**	
AI	8	7	6	5	**4**	**3**	**2**	**1**
ENTRÉE	8	7	6	5	**4**	**3**	**2**	**1**

Le module AD-AV monté en position 1-2 est connecté à l'entrée 1 des modules AI ; la position 3-4 des modules AD-AV va à l'entrée 2 des modules AI, et ainsi ensuite. Les entrées des modules AI 5, 6, 7 et 8 n'ont pas des parallèles.

Par conséquence, il est impossible, pour exemple, mettre deux modules AI dans les positions 1 et 2, et un module AD dans les positions 3-4, car il y aurait un court-circuit entre AD et AI position 2.

Dans le cas de : 1 module AD; 2 modules AI, 2 modules AV, la meilleure solution pour réduire le nombre des entrées est la suivante :

AD-AV	**7-8 : AV**		5-6		**3-4 : AV**		**1-2 : AD**	
AI	8	7	**6 : AI**	**5 : AI**	**4**	3	**2**	**1**
ENTRÉE	8	7	**6**	**5**	**4**	3	**2**	**1**

On utilise les entrées : 1, 2, 4, 5, 6 ; l'entrée 3 n'est pas utilisée. L'autre solution possible est la suivante :

AD-AV	7-8		5-6 : AV		3-4 : AV		1-2 : AD	
AI	**8 : AI**	**7 :AI**	6	5	**4**	**3**	**2**	**1**
ENTRÉE	**8**	**7**	6	5	**4**	**3**	**2**	**1**

Mais cette configuration prend tous les entrées, réduisant les performances de TDU.

1.2.6 Pas cinq: connexion de la communication

On peut connecter TDU-100E à l'unité maîtresse avec les connexions suivantes.

- TCP/IP. C'est le méthode plus rapide et performant : à utiliser quand possible.
- Connexion point à point : suffisamment rapide et fiable.
- Connexion téléphonique : beaucoup moins performant.

Pour ces connexions on offre deux modules, avec les caractéristiques suivantes.

Le module standard inclut :

- Deux ports ETHERNET à 100 Mbit, type RJ45. Les ports sont utilisés pour la communication à l'Ordinateur maitre, au système SCADA et pour la communication au serveur de la sous-station ou au système de protection.
  - La porte pour la communication à l'Ordinateur maitre, au système SCADA utilise le protocole IEC60870-5-104, et aussi le protocole IEC61850-8, pour la communication locale au RTU de la sous-station, et/ou au système de protection.
- Deux ports séries RS232 type DB9. Ils sont utilisés pour la communication à l'Ordinateur maitre, au système SCADA ou au RTU de la sous-station.
  - Vitesse : de 1.2 à 38.3 kBaud.
  - Ils supportent le protocole IEC60870-5-103, DNP3.0.

Le module optionnel inclut :

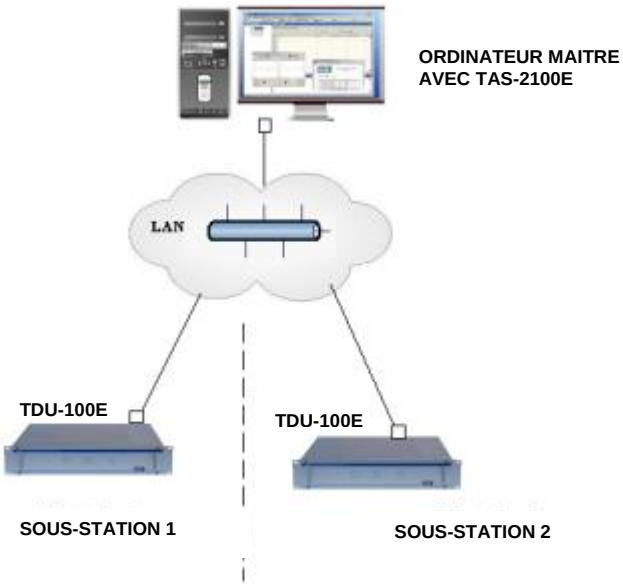
- Deux ports ETHERNET à 100 Mbit, type RJ45, comme avant.
- Un port série RS232 type DB9, comme avant.
- Un port MODEM type RJ45. Il est utilisé pour la communication à l'Ordinateur maitre, au système SCADA ou au RTU de la sous-station.
- Pour les deux modèles, on fournit les câbles de connexion. Ils sont 2 m de long, avec terminaisons :
  - RJ45 – RJ45, pour la connexion ETHERNET ;
  - Deux connecteurs à neuf voies, mâle et femelle, pour l'interface RS232. La connexion est de type avec croisement des signaux (broche 2 à 3, et ainsi de suite).
  - RJ11 à RJ45, pour le MODEM.

Ensuite on explique les pas à suivre dans les cas différents.

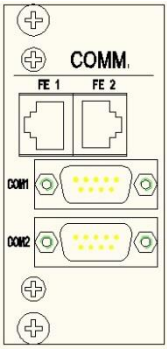
1.2.6.1 Connexion au réseau TCP/IP

TDU-100E et l'Ordinateur maître sont branches à un réseau TCP/IP par des ports ETHERNET. On doit programmer l'adresse IP de TDU-100E. A ce but, on utilise l'accès directe, ou le software TAS 2100E ; la première fois, il faut lire en locale l'adresse programmé par le constructeur.

Le schéma de connexion est le suivant.



- La connexion se fait sur le module de communication, où on trouve deux connecteurs type RJ45, marqués FE1 et FE2.



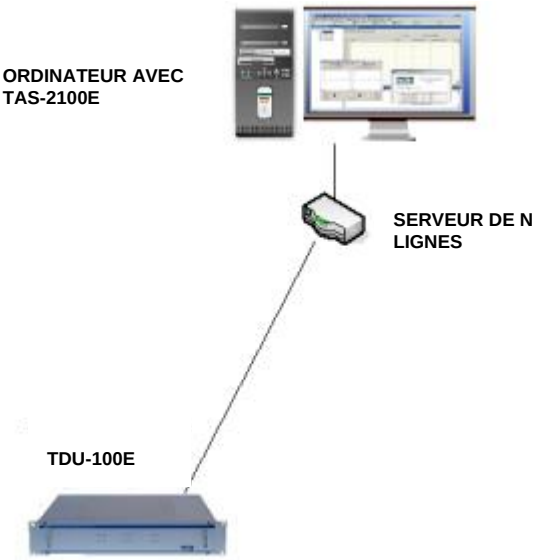
- Leur fonction n'est pas fixe ; d'habitude, on utilise FE1 pour la connexion à l'Unité Maitre, avec le programme TAS-2100E, tant que FE2 sert pour se

brancher au système SCADA ou à l'interface IEC61850-8.

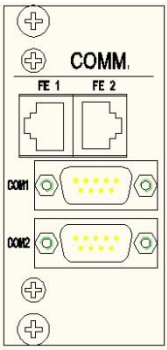
- La communication se base sur le protocole TCP/IP ; la base du transport est conforme aux standards TCP et UDP ; le layer du réseau est IPv4 (évolution possible vers IPv6). La suite TCP/IP supporte RFC 1122. Le connecteur physique est le type RJ45, en conformité aux standards 802.3-2005 et IEEE 802.3ab.
- Avec l'interface IEC61850-8:
  - Les signaux de protection et communication sont transmis par des messages GOOSE.
  - Protocole de transport : MMS.
  - Il est impossible transmettre les données de l'enregistrement.

1.2.6.2 Connexion série point à point

- TDU-100E et l'Ordinateur maître sont liés par un canal dédié de transmission des données Point-à-Point, qui peut être sur fibre optique ou micro-ondes. Les deux types sont interfacés par le canal série RS-232. La fréquence de communication est de 1200 à 56000 baud, que l'on peut sélectionner en fonction de la qualité de la ligne.

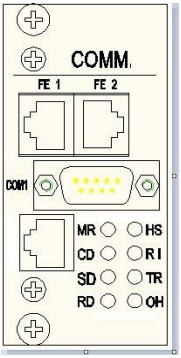


- Sur le module de base, on trouve deux connecteurs, marqués COM1 et COM2.



- Leur fonction n'est pas fixe ; d'habitude, on utilise COM1 pour la connexion à l'Unité Maitre, avec le programme TAS-2100E, tant que COM2 sert pour se brancher au système SCADA.

- Sur le module optionnel, on ne trouve qu'un connecteur RS232, qui sera utilisé pour la connexion à l'Unité Maitre.

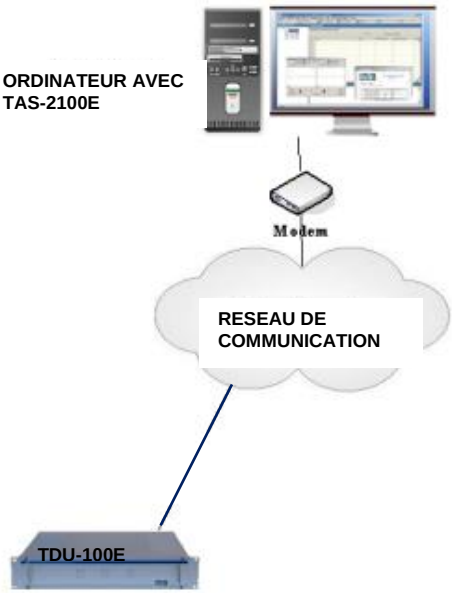


- On fournit les (le) câble de connexion, qui est 2,5 m de long, et du type croissant (pin 2 à pin3).

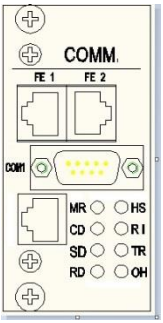
1.2.6.3 Connexion sur accès commuté

TDU-100E et l'Ordinateur maître sont branches au réseau de communication téléphonique du service ou publique. L'ordinateur est branché à travers d'un MODEM qui se connecte au port RS-232 ; TDU-100E est branché directement à la sortie MODEM.

L'enregistrement de TDU-100E est transmis à l'Ordinateur maître avec une communication par numérotation.



- Sur le module optionnel, on trouve le connecteur RJ11, qui est utilisé pour la connexion à l'Unité Maitre.



- Le câble de connexion, fourni, est du type RJ11 à RJ11.

Sur ce module se trouvent huit voyants d'indication, qui

sont utilisés par le MODEM. Leur fonction est résumée dans le tableau suivant.

Définition des voyants

No.	Code	Note
1	**MR**	Prêt / Essai (Ready/Testing): quand le MODEM est alimenté, le voyant est allumé ; si le MODEM est en diagnostique, le voyant clignote.
2	**HS**	Haute vitesse (High speed): le voyant est allumé quand le MODEM marche en ce mode de haute vitesse.
3	**CD**	Détection de porteuse (Carrier Detection): le voyant est allumé quand le MODEM reçoit des donnés ou un signal de synchronisation.
4	**RI**	Mode anneau (Auto answer): le voyant est allumé quand le MODEM est sélectionné en modalité Réponse automatique. Le voyant est allumé aussi quand le MODEM, sélectionné en mode Anneau (Ring), reçoit l'appel.
5	**SD**	Envoi de données (Send data): le voyant clignote quand les données sont transférés du MODEM locale au MODEM éloigné.
6	**TR**	Terminal prêt (Terminal ready): le voyant est allumé quand le MODEM a reçu le signal DTR.
7	**RD**	Prêt à la réception (Receive ready): le voyant clignote quand le MODEM reçoit les données.
8	**OH**	Décrochez (Off-hook): le voyant est allumé quand le MODEM est en marche.

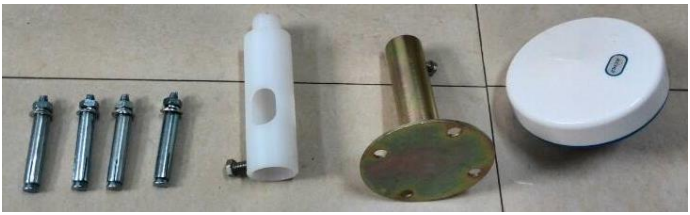
1.2.7 Pas six: synchronisation du temps

Suivant le type de sous-station, dans ce place on peut positionner un de cinq modules de synchronisation différents : un de synchronisation interne, plus quatre de synchronisation externe.

- **Synchronisation GPS interne**

Le module de synchronisation interne a un connecteur BNC pour l'antenne. L'état de la synchronisation est visible sur la face avant.

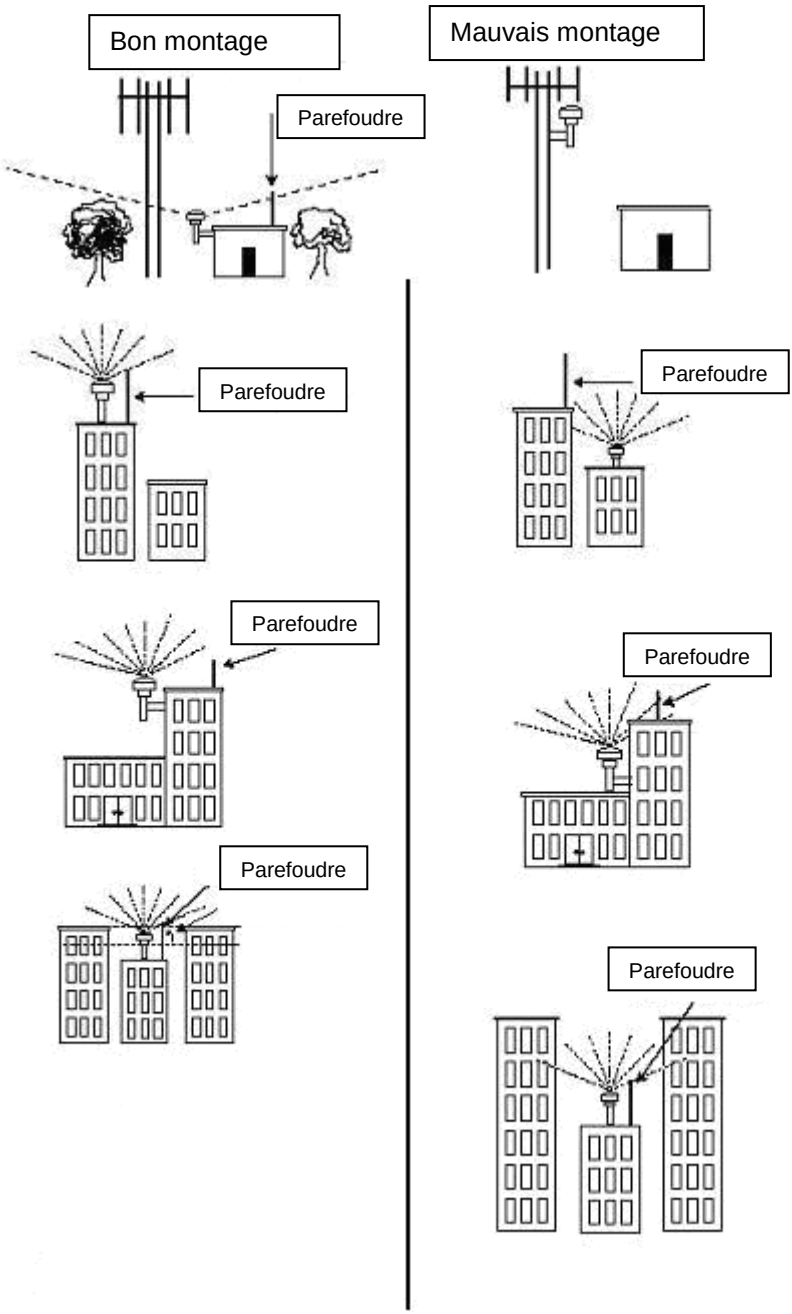
- Le pas plus important est de positionner l'antenne, qui sera branchée au module. Diamètre : 100 mm ; haut total 180 mm. Il se monte sur une barre ayant un diamètre de 32 mm ; voici ensuite l'antenne, son kit de montage et l'antenne montée sur son support.



- L'antenne doit être montée en un endroit ouvert, où il peut voir le ciel sous un angle de 160° au moins. Il faut faire attention, car les bâtiments et les arbres cachent l'antenne des satellites, et peuvent causer la manque de synchronisation du système.
- Autre considération importante est la sécurité : **en proximité de l'antenne doit être monté le parafoudre du bâtiment**, qui doit être plus haut de l'antenne. Cela pour assurer que, en cas de foudre, il ne touchera pas l'antenne ; autrement, le risque de danger n'est pas acceptable. Pour réduire ce risque, on fournit un déchargeur, qui sera monté dans le cabinet, sur le module. Voici le déchargeur et son montage.

- Le câble de l'antenne est branché au déchargeur ; la sortie du déchargeur est branchée au module TIME SYNC.
- Le déchargeur a un court fil jaune/vert pour la connexion à la terre, avec une banane : il faut le connecter à la connexion de terre du module d'alimentation.
- Le câble de l'antenne vient avec la longueur spécifiée à la commande. S'il est encore inutilement long, il vaut mieux le raccourcir, en utilisant un connecteur de type BNC.
- **NOTE** : le déchargeur réduit un peu le signal, espèce si le câble est long. Si la synchronisation retarde, détacher le déchargeur, connecter directement l'antenne au module, et répétez. Après la synchronisation, insérez encore le déchargeur : la synchronisation doit arriver dans la minute.

Ensuite, quelques suggestions pour le montage correct de l'antenne.


Bon montage
Parefoudre
Mauvais montage
Parefoudre
Parefoudre
Parefoudre
Parefoudre
Parefoudre
Parefoudre

Quand les connexions sont faites, il faut allumer TDU-100E et vérifier que la synchronisation est acquise : le voyant SYNC sur la face avant clignote tous les secondes. L'équipement a besoin de temps pour se synchroniser, et le temps dépend de la situation. Voici les temps prévus.

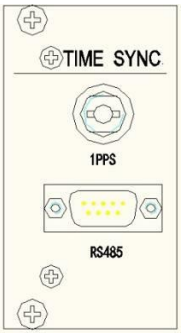
- 90 s max (nouvelle installation).
- 90 s max, avec changement du temps et de l'emplacement.
- 45 s max : redémarrage, sans changement de l'emplacement.
- 20 s max : redémarrage, après un manque d'alimentation.

- **Option A : IRIG-B, 5V type TTL, sur connecteur BNC**.

- On peut l'utiliser sur une distance de 90 m maximum, avec un câble fait de deux fils entortillés plus écran, terminés par un connecteur BNC. L'écran est mis à la terre du côté départ ; les deux fils sont branchés au connecteur. **Note** : pour connexions plus longues, il faut utiliser la connexion avec fibre optique.

- Option B : signal 1 PPS (une impulsion par seconde), 5V type TTL, sur connecteur BNC, plus un signal sur

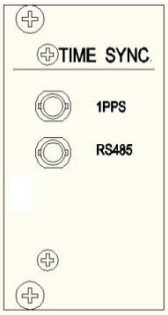
connecteur à neuf voies de type série, interface RS-485, pour marquer le temps, qui vient du système GPS. On peut l'utiliser sur une distance de 90 m maximum.



- On peut l'utiliser sur une distance de 90 m maximum, avec :
    - Pour le signal 1 PPS, un câble fait de deux fils entortillés plus écran, terminés par un connecteur BNC. L'écran est mis à la terre du côté départ ; les deux fils sont branchés au connecteur.
    - Pour la connexion RS485, un câble à neuf voies type série : il vient avec le module.
    - **Note** : pour connexions plus longues, il faut utiliser la connexion avec fibre optique.

- Option C : connexion IRIG-B sur fibre optique.

- Le connecteur est de type ST. Pas de limitation de distance.
- Option D : connexion 1PPS sur fibre optique, plus un signal série, pour marquer le temps, qui vient du système GPS, encore sur fibre optique.



- Les connecteurs sont de type ST. Pas de limitation de distance.

1.2.8 Pas sept: entrées binaires

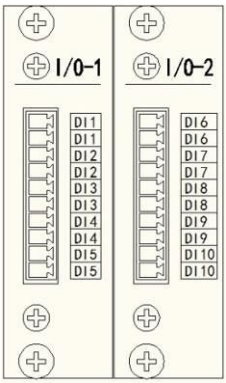
Deux types de module, suivant le type d'entrée :

- Module standard, 5 entrées, pour contact sec ;
- Module option 1, 5 entrées, pour contact sec ou avec tension continu de 35 à 140 V ;
- Module option 2, avec 8 entrées, et tension continu

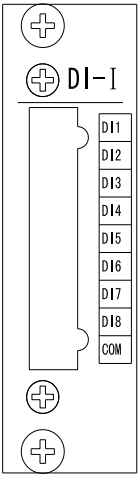
de 125 V nominal.

- Module option 3, avec 8 entrées, et tension continu de 250 V nominal.

- Voici ensuite le module avec cinq entrées. En ce cas, nous avons cinq couples d'entrées par module, qui sont disponibles pour lire la position du disjoncteur.
- Si le signal est en tension, la polarité ne pose pas de problèmes, mais dès que les entrées sont isolées entre elles, le zéro de référence doit être branché à tous les entrées.



- Voici ensuite le module avec huit entrées. En ce cas, nous avons huit entrées par module, plus la connexion du point en commun.



- La connexion se fait par des bornes à vis. La dimension de la plastique du terminateur à brancher doit être moins de 3,2 mm, et la dimension du conducteur doit être moins de 1,2 mm.

- Si les contacts sont sec, il vaut mieux les tortiller deux à deux : cela améliore l'immunité aux perturbations électriques. Si les contacts sont en tension, il vaut mieux les tortiller tous, ensemble au fil de terre.

2 GUIDE UTILISATEUR

TDU-100E est un module rack de 2U de haut, qui peut être dans une armoire avec des autres équipements.

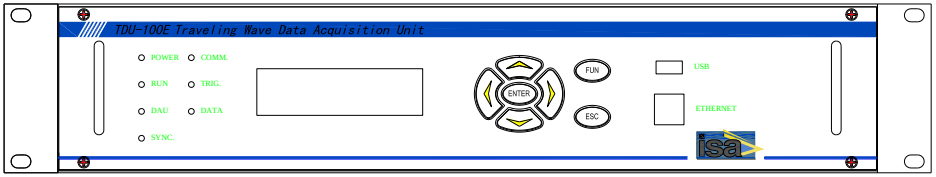
2.1 Structure physique

2.1.1 Vision

La photo suivante monstre l'équipement et ses dimensions.

2.1.2 La face avant

Les composants principaux de la face avant sont les six voyants verts et l'écran, comme décrit ici ensuite.



1. Mise en marche

Le voyant marqué "ALIM." s'allume quand TDU-100E est alimenté.

2. En marche

Le voyant marqué "MARCHE" s'allume une fois par seconde quand TDU-100E est correctement en marche. Il est vert pour opération normale ; rouge pour panne interne.

3. DAU

Le voyant marqué "DAU" clignote quand l'Unité Analogique Digitale marche correctement.

4. Synchronisation

Le voyant marqué "SYNC." s'allume une fois par seconde quand TDU-100E reçoit le signal de synchronisation du GPS. Il s'arrête si TDU-100E perd le signal GPS.

5. Communication

Le voyant marqué "COMM." s'allume quand un port de TDU-100E transmit ou reçoit des donnés.

6. Déclenchement

Le voyant marqué " DECLENCH." s'allume une fois quand TDU-100E reconnait un défaut.

7. Données

Le voyant vert marqué "DONNEES" s'allume quand TDU-100E a un nouvel enregistrement. Quand l'enregistrement a été passé à l'Unité Maitre, le voyant s'éteint.

7. Boutons poussoir

Sur la face avant on trouve en total sept boutons poussoirs :

- Le bouton marqué "ENTREE", pour entrer le menu et sélectionner une fonction ;
- Quatre flèches, ← → ↑ ↓ , pour se déplacer sur l'écran ou pour augmenter ou réduire une valeur;
- Le bouton marqué "FON.", pour l'accès rapide à des fonctions;

- Le bouton marqué "QUI.", pour revenir au menu précédent, ou pour quitter.

8. Ecran LCD

L'écran affiche configurations et réglages. Il affiche aussi les alarmes et les informations des enregistrements. Type de voyant : graphique, LCD. Nombre de pixel : 256 x 64 ; dimensions 132 x 39 mm.

9. Port USB

- Possibilité d'exporter ou importer enregistrements et fichiers de configuration à ou d'une mémoire USB.
- Possibilité de mettre à jour le firmware.

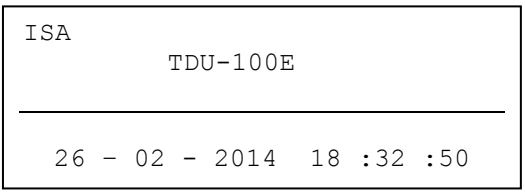
10. Port de maintenance RJ45

Ce port ETHERNET sert pour la connexion en locale à l'ordinateur, pour : charger la configuration, charger les réglages, décharger les enregistrements, mettre à jour le programme résident, et pour l'entretien de l'équipement. Ces opérations se font par le logiciel TAS 2100E, qui vient avec l'équipement. **NOTE** : ce connecteur est mis en parallèle au connecteur FE1 sur l'arrière. FE1 **doit être déconnecté** quand on l'utilise.

2.1.3 Contrôle local de l'équipement

On peut contrôler l'état de l'équipement : réglages, enregistrements, connexion, grâce à l'écran et aux boutons de la face avant.

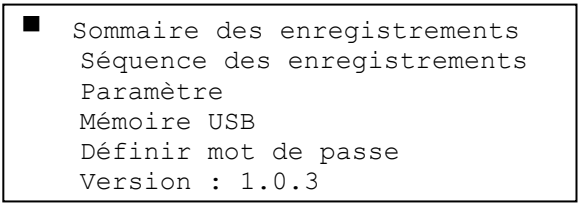
Quand on allume l'équipement, le voyant, après quelques secondes, affiche le message suivant.



Au centre de l'écran on affiche le modèle de l'équipement : TDU-100E; en bas, jour et heure, avec le format JJ-MM-AAAA ; HH : MM : SS.

Après 30 s, le rétro éclairage s'éteint ; il s'allume appuyant sur un bouton quelconque.

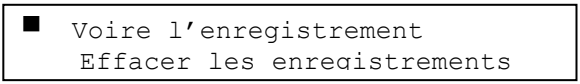
Appuyant durant 2 s sur ENTREE, le voyant affiche le menu principal, avec les choix suivants.



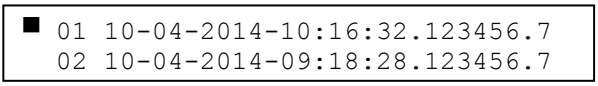
On utilise les flèches ^∨ pour se déplacer en haut ou en bas, et le bouton ENTREE pour sélectionner.

2.1.3.1 Sommaire des enregistrements

Avec cette sélection, on gaine accès à l'écran suivant.



Avec la première sélection, on peut lire la liste des enregistrements de TDU-100E.



Le temps, après le seconde, arrive jusqu'à la fraction de microseconde. On peut parcourir la liste avec les flèches ^v : on trouvera les dernier 30 enregistrements.

Une fois choisi l'événement dans la liste, appuyant sur ENTREE, on peut récupérer les références du défaut.

```
01 15-03-2014-11 :22 :33.123456.7
Entrée du déclenchement : 4
```

Avec la deuxième sélection on efface les enregistrements ; la commande est suivie par le message :

```
Effacer l'enregistrement
Mot de Passe :

            00000
```

Il faut introduire le mot de passe : voire après. Après ça, le voyant affiche le progrès de l'effacement, et confirme quand il a été complété.

2.1.3.2 Séquence des enregistrements

Avec cette sélection, on gaine accès à l'écran suivant.

```
■ 01 10-04-2014-10:16:32.123456.7
  02 10-04-2014-09:18:28.123456.7
```

On peut lire la liste des événements de TDU-100E, durant les dernières 48 heures. Une fois choisi l'événement dans la liste, on peut récupérer les références de l'enregistrement.

```
01 20140201- 101010 001112
Déclenchement de l'équipement
```

Les événements enregistrés sont :

- Perte ou connexion du GPS ;
- Déclenchement.

NOTE : ces informations sont perdues en cas d'éteignement de l'équipement, ou de remise à zéro par le software.

2.1.3.3 Paramètre

Avec cette sélection, on peut lire et aussi modifier les réglages de l'équipement. Etant donné que les opérations ne sont pas simples, il vaut mieux utiliser le logiciel TAS 2100E, sauf quand la modification est simple.

On gaine accès à l'écran suivant.

```
■  Paramètres de la ligne
   FE1
   FE2
   Choix de la zone horaire
   Sauvegarder
```

- **Paramètres de la ligne**. L'écran est le suivant.

```
Entrée :
 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Article : Ligne-01 Entrée – 01 AD
  Gain :      Seuil       Réglage
  100%        08%         140%
```

On peut choisir l'entrée avec les flèches < >. Pour chaque entrée, l'écran affiche :

- La ligne connectée, l'entrée connectée, le type de module utilisé (AD en notre cas) ;

- Le gain de entrée ; défaut 100% ;
- Le **seuil de déclenchement sur le pic maximum de courant** ; défaut 8%. Le pic maximum de courant est calculé par l'équipement comme suit : (pic maximum) = (tension de la ligne) * (1,41) / (1,73 * 300), où 300 Ohm est l'impédance caractéristique de haut fréquence de la ligne;
- **Le seuil de la mesure à 50 Hz**, pour discriminer entre la panne réelle et le foudre, où le courant 50 Hz est beaucoup plus faible.
- **Ne pas confondre les deux paramètres !**

Si on désire modifier le réglage, il faut qu'il appuie sur ENTREE : la première chiffre du gain, 100%, est soulignée.

```
Entrée :
 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Article : Ligne-01  Entrée – 01
AD
  Gain :     Seuil      Réglage
```

Avec les flèches <> on peut choisir la chiffre à modifier ; avec les flèches ^v on peut augmenter ou réduire la valeur d'une chiffre. Quand on a terminé, il faut appuyer sur ENTREE, et ensuite sur QUI ; ensuite, il faut sélectionner Sauvegarder. L'écran affiche le message suivant.

```
              Sauvegarder
Mot de Passe :

             00000
```

Il faut introduire le mot de passe : voire après. Après ça, le voyant affiche le progrès de l'effacement, et confirme quand il a été complété.

```
Voulez-vous sauvegarder ?

              OUI        NON
```

```
Voulez-vous sauvegarder ?

              OUI        NON
TDU-100E en cours de redémarrage

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
```

Quand la barre arrive à la fin, TDU-100E redémarre. Il faut attendre qu'il complète l'opération, et que le voyant SYNC. clignote : ça confirme que l'équipement est prêt, avec le nouveau réglage.

Cette procédée est la même pour modifier les autres paramètres.

- **FE1 et FE2.**

Les sélections se réfèrent aux connecteurs ETHERNET. L'écran est le suivant.

```
Adresse     : 172.168.001.100
Passerelle  : 172.168.001.254
Masque      : 255.255.000.000
Port        : 02404
```

Pour entrer dans les champs, il faut les rejoindre avec les flèches ^v. Ensuite, il faut appuyer ENTREE, et se déplacer avec les flèches <> ; enfin, avec les flèches ^v, on augmente ou réduit la valeur de la chiffre soulignée.
Si on appuie encore ENTREE la valeur est acquis, comme expliqué avant ; si on appuie QUI., les modifications sont perdues. Elles sont perdues aussi si l'écran éteigne le rétro éclairage.

- **Choix de la zone horaire.**

Le voyant affiche la zone horaire dans le format :

```
UTC + 01 :00
```

On peut le modifier avec les flèches. Il faut noter que la première chiffre peut être seulement 0 ou 1, et la deuxième peut être seulement 0, 1 ou 2, si la première est 1.

- **Sauvegarder.**

Quand on presse Sauvegarder, la séquence est la suivante.

```
Sauvegarder
Mot de Passe :

00000
```

Il faut introduire le mot de passe : voire après. Après ça, le voyant affiche le progrès de l'effacement, et confirme quand il a été complété.

```
Voulez-vous sauvegarder ?

OUI       NON
```

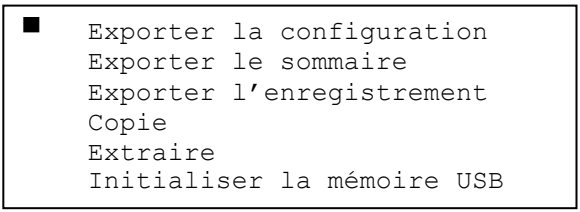
```
Voulez-vous sauvegarder ?

OUI       NON
TDU-100E en cours de redémarrage

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
```

Quand la barre arrive à la fin, TDU-100E redémarre. Il faut attendre qu'il complète l'opération, et que le voyant SYNC. clignote : ça confirme que l'équipement est prêt, avec le nouveau réglage.

2.1.3.4 Mémoire USB

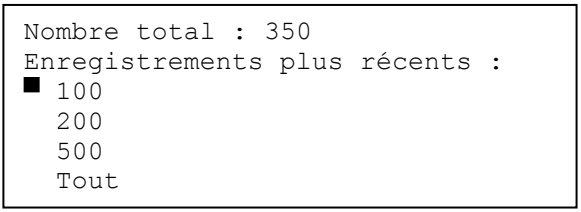
Avec cette sélection, on peut soit exporter les enregistrements de TDU-100E à la mémoire USB, que importer de la mémoire USB à TDU-100E le fichier de configuration.

L'écran est le suivant.



Les opérations sont les suivantes.

- **Exporter la configuration.**
- **Exporter l'enregistrement.**
- **Exporter la fiche.** Avec cette sélection, l'écran affiche le choix suivant.



  On peut choisir le nombre d'enregistrements désirés.
- **Copie**. On copie les enregistrements choisis.

- **Extraire.** Quand on a terminé, on peut extraire la clé sans problèmes.
- **Initialiser la mémoire USB.** On utilise cette commande en cas de clé jamais usée.

2.1.3.5 Définir le mot de passe

On peut changer le mot de passe. Avec cette sélection, le voyant affiche le message suivant.

```
    Définir le mot de passe
■ Ancien mot de passe  :
  Nouveau mot de passe :
  Re-entrer            :
  Sauvegarder
```

Vous appuyez ENTREE pour programmer l'ancien mot de passe. Quand vous l'avez saisi, appuyez sur ENTREE : le curseur se déplace sur le Nouveau mot de passe ; l'ancien n'est plus affiché. Programmez le nouveau mot de passe, et répétez-le ; enfin, sélectionnez Sauvegarder.

2.1.3.6 Bouton FON.

Le bouton FONction. Ilermet de trouver rapidement les informations plus utiles.

- Appuyer sur FON et ensuite ENTREE : l'écran affiche

```
          Redémarrer TDU-100E
Mot de Passe :

             00000
```

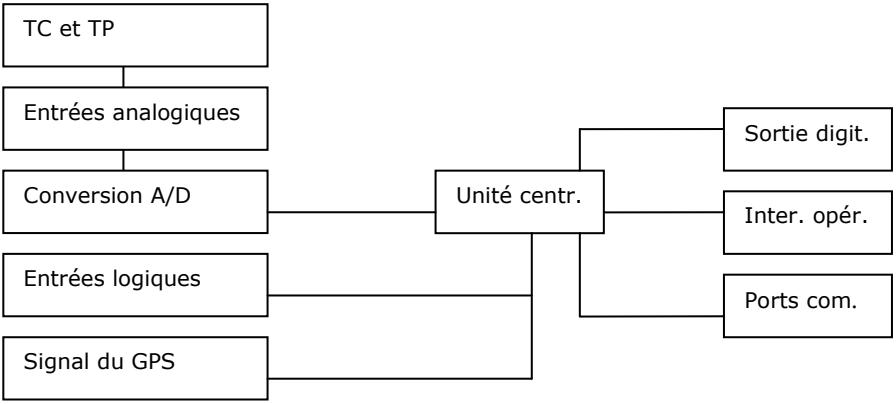
  Saisissez le mot de passe et appuyez sur ENTREE : l'équipement redémarre.
- Appuyer sur FON et ensuite < : l'écran affiche la liste des enregistrements.

- Appuyer sur FON et ensuite > : l'écran affiche la liste des événements ;
- Appuyer sur FON et ensuite ^ : l'écran affiche le dernier enregistrement ;
- Appuyer sur FON et ensuite v : l'écran affiche le dernier événement.

2.1.4 La face arrière

La face arrière a été expliquée dans le Chapitre 1.

2.2 L'architecture de l'équipement



L'architecture en blocs de TDU-100E est montrée ici avant. On trouve l'unité centrale, les entrées analogiques, qui viennent de la sous-station et qui vont à l'unité de conversion Analogique – Digitale ; les entrées logiques, le signal de synchronisation, du GPS. L'unité centrale contrôle ces données, et envois les messages sur l'interface opérateur, ferme les sorties digitaux, et contrôle la communication sur les ports d'interface.

1. Unité Centrale

L'Unité Centrale est le noyau de TDU-100E: il lit et traite les ondes migrantes venant du convertisseur A/D, sauvegarde

les résultats et transmit l'enregistrement à l'Unité Maitre, en utilisant le protocole de communication. L'Unité Centrale marque aussi le temps de l'équipement, et surveille toutes les procédés.

2. Entrées analogiques

Les Circuits des entrées analogiques amplifient, transforment et filtrent les signaux de courant ou tension. L'amplitude est réglée pour s'adapter à l'entrée des convertisseurs analogiques – digitaux.

3. Unité de conversion Analogique – Digitale.

Pour obtenir la localisation avec une erreur de 50 m, la fréquence d'échantillonnage du signal analogique ne peut pas être moins de 6 MHz : ceci est un valeur qui ne correspond pas aux convertisseurs A/D standard. C'est pour cette raison que la conversion est faite par des circuits spéciaux.

En opération normale (sans défaut), le signal analogique est mesuré en continuation, et sauvegardé sur une mémoire transitoire qui couvre 2 ms. Quand un défaut se produit sur la ligne, le convertisseur informe immédiatement l'Unité Centrale de TDU-100E, qui, à son tour, commande la mémorisation de l'événement, prend compte du temps de détection du défaut, et informe l'Unité Maitre de la sous-station. Quand l'enregistrement en mémoire est terminé, le système revient à l'opération normale. Si un autre défaut se produit durant l'enregistrement, il est prolongé à partir du nouveau défaut.

4. Circuit d'horloge avec synchronisation GPS

L'horloge utilisé en TDU-100E a une haute précision (moins de 100 ns) : il envois le signal de synchronisation au convertisseur A/D. Cet horloge est crée à partir du module GPS interne, ou de l'entrée externe de 1PPS (une impulsion par seconde), ou du signal IRIG-B.

5. Ports de communication

Tous les sorties permettent d'envoyer à l'Unité Maitre le signal enregistré. On offre plusieurs choix (ETHERNET, RS232, MODEM) pour s'adapter au moyen de communication de la sous-station.

Durant la transmission de l'enregistrement, s'il ya des problèmes sur la ligne, les résultats sont sauvegardés, et ils ne sont pas effacés dans TDU-100E jusqu'à quand la transmission est terminée avec succès.

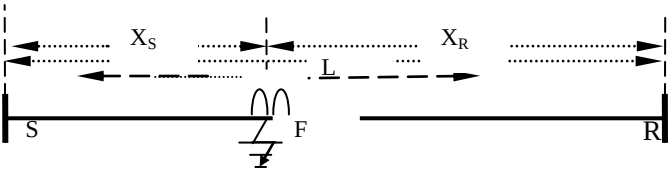
6. Sorties digitaux
Les deux contact de relais permettent la surveillance locale de l'équipement.

7. Entrées digitaux
L'entrée digitale est utilisée pour comprendre si la perturbation a été causée par une foudre ou par une opération du disjoncteur.

8. Interface opérateur
L'opérateur est informé de l'état de l'équipement par les messages sur l'écran, positionné sur la face avant de l'équipement.

2.3 Principe de localisation

Les ondes migrantes sont des impulsions de tension et courant de haute fréquence, qui voyagent sur la ligne, et qui sont généré par des perturbations de la ligne tels que défauts, opérations de commutation et foudres. Le localisateur des défauts calcule la distance du défaut mesurant le temps pris par l'impulsion pour arriver à deux sous-station, qui sont connectées à l'Unité Maitre.



Les TDU-100E des sous-stations S et R, qui ont le même référence temporel, marquent l'horaire d'arrivé de l'impulsion du défaut aux deux extrémités de la ligne surveillée.

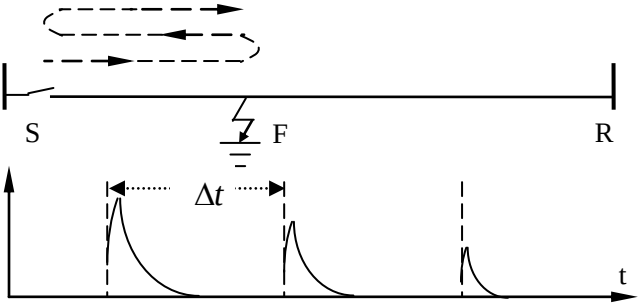
L'Unité Maitre reçoit les deux valeurs de temporisation, et calcule les distances Xs, Xr à partir de la différence des temps d'arrivée, selon les formules suivantes.

$$X_S = [(T_S - T_R) \cdot v + L]/2$$
$$X_R = [(T_R - T_S) \cdot v + L]/2$$

- T_S et T_R sont les temps absolus de détection du défaut aux deux extrémités de la ligne.
- ν est la vitesse de l'impulsion dans la ligne, qui, dans les lignes aériennes, est Presque la vitesse de la lumière dans le vide.
- L est la longueur totale de la ligne.

Il faut noter que, suite à un défaut, le disjoncteur ouvre la ligne, et la ferme après un court délai. Les opérations du disjoncteur produisent des autres transitoires, qui sont enregistrés, et qui permettent de vérifier ce que se passe ; en particulier, dans le cas de défaut permanent.

Le calcul peut aussi se faire en mesurant le temps Δt entre la première impulsion, crée par le défaut, et la deuxième, qui correspond au voyage de l'impulsion entre l'extrémité et le défaut, et son retour. Le défaut peut être soit un court-circuit qu'un circuit ouvert.



Cet enregistrement est très important au moment de la mise en service de TDU-100E. Quand on ferme le disjoncteur, l'impulsion parcourt tout le long de la ligne. C'est ainsi que l'on mesure la vitesse de l'impulsion.

2.4 Détection des ondes transitoires

On peut détecter les ondes transitoires en mesurant le signal de tension ou de courant sur la barre de la sous-station. On va à examiner maintenant les mesures à faire sur les différent types de lignes.

2.4.1 Ligne de puissance en tension alternatif

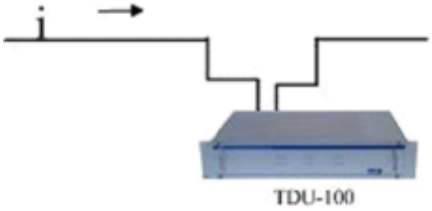
Le Transformateur de Courant de la sous-station reproduit fidèlement le transitoire de courant primaire sur son secondaire, de manière que la mesure de l'impulsion de courant au secondaire est une manière simple et économique pour relever les ondes transitoires sur ce type de lignes.

D'habitude, de plus de la ligne en défaut, le jeu de barres de la sous-station reçoit des autres lignes, et ça cause un changement brusque de l'impédance vue par l'impulsion. Grâce à ça, on détecte très aisément le transitoire causé par l'arrivée de l'onde ; ça garanties la sensitivité de la détection.

On a prévu deux méthodes de connexion du courant secondaire à l'équipement : directe et indirecte.

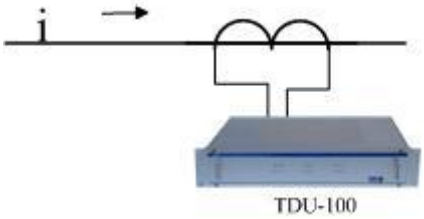
1. **Connexion directe**

Le secondaire du TC de la sous-station est connecté directement à l'équipement, par un module AD.



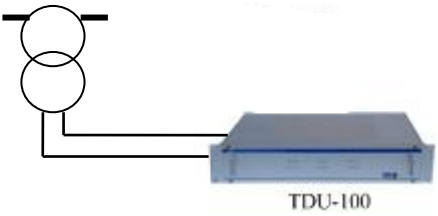
2. **Connexion indirecte**

On utilise un petit TC ouvrant, qui est fermé sur le fil du secondaire du TC de la sous-station, et connecté à un module AI. Ca permet d'installer TDU-100E sans ouvrir le circuit : on peut se brancher tant que la sous-station est en service.



3. **Une seule ligne sur la barre**

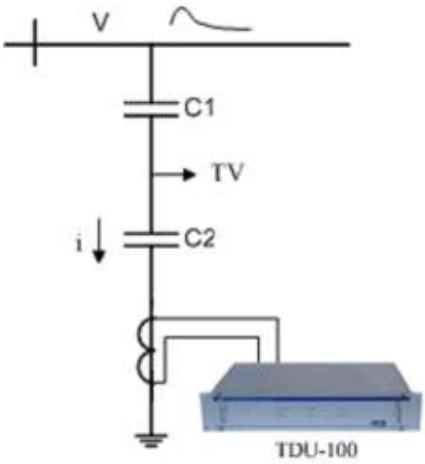
S'il n'y a pas des autres lignes sur le jeu de barres, sauf celle à surveiller, l'amplitude de la transitoire du courant est limité : dans ce cas, on mesure la transitoire de tension, qui se mesure au secondaire du Transformateur de Tension de la sous-station, et qui se branche à un module AV.



4.Une seule ligne sur la barre, THT

Sur les lignes de Très Haut Tension, d'habitude on utilise un transformateur à diviseur capacitif de très haut tension, qui est un court-circuit pour l'onde migrante de tension.

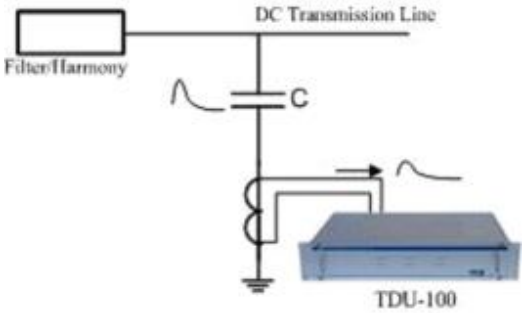
Dans ce cas, on obtient un signal indirect, c'est-à-dire l'impulsion de courant que l'on trouve sur le câble de mise à la terre ; le détecteur est le transformateur pour montage externe, que l'on ferme sur le câble, et qui est connecté à un module AI.



2.4.2 Ligne de puissance en tension continu

Sur ce type de lignes on ne peut pas acquérir les ondes migrantes comme sur les lignes CA. De toute manière, la ligne CC entre toujours dans une station de conversion, qui est équipée d'un condensateur de filtrage pour couper les impulsions de tension d'haute fréquence.

Quand un défaut se produit sur la ligne CC, l'impulsion correspondante traverse ce condensateur. On mesure ce signal indirect; le détecteur est le transformateur pour montage externe, que l'on ferme sur le câble de mise à la terre, et qui est connecté à un module AI.



3 MISE EN SERVICE

3.1 Introduction

Le logiciel TAS-2100E permit la configuration de TDU-100E. Le logiciel marche avec toutes les versions de WINDOWS®. Il permet soit de programmer les paramètres de réglage, que de lire les réglages mêmes, par la porte d'entretien sur la face avant de TDU-100E.

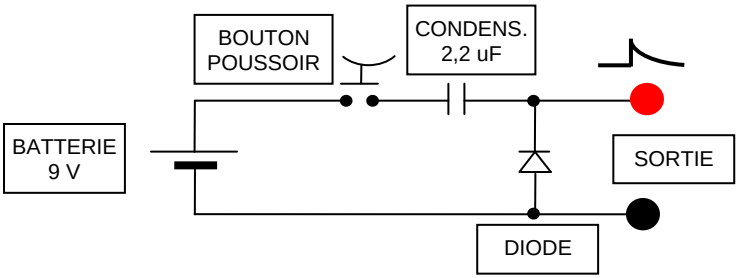
Les opérations principales sont les suivantes :

1) Programmer et lire les paramètres de réglage de TDU-100E.
2) Sauvegarder les réglages.
3) Afficher la forme d'onde de l'enregistrement.

Ces opérations sont expliquées en détail dans le chapitre « Guide pas à pas » du manuel du logiciel TAS-2100E.

3.2 Essai de la connexion de courant

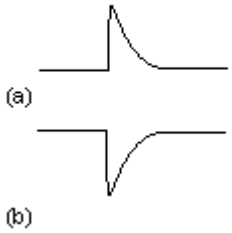
Quand la connexion est faite avec une connexion de courant, on peut aisément essayer l'ensemble, à l'aide du circuit suivant.



L'impulsion du courant est suffisant pour le déclenchement de TDU-100E.

Description de l'essai

1) Avant tout, on peut contrôler que la connexion des entrées soit juste. Faite passer la sortie dans le TC ouvrant (module AI) ou dans une entrée (module AD). Appuyez sur le bouton-poussoir : TDU-100E enregistre l'impulsion. Vérifiez l'enregistrement avec le logiciel : la phase doit correspondre à celle prévue ; autrement, corrigez la connexion.
2) Maintenant, on peut vérifier la polarité de la connexion. Regardez la forme d'onde de l'enregistrement : s'il est positif, la connexion est correcte ; autrement, elle est renversée.



L'impulsion A est correcte; la B signifie que la connexion est renversée. On peut renverser les fils ; autrement, avec le logiciel on peut utiliser le paramètre « Inverser ».

3.3 Essai de la communication avec l'Unité Maitre

Après avoir vérifié que TDU-100E déclenche et enregistre correctement, il faut vérifier la communication entre l'équipement et l'Unité Maitre. Le test se fait après avoir installé dans l'U.M. le logiciel TAS-2100E. La description du logiciel se trouve dans un manuel dédié.

1. Cas 1: connexion point à point

Dans ce cas, l'U.M. accède TDU-100E en continuation. TDU-

100E transmet les données après le déclenchement et l'enregistrement en locale. Il faut simuler un défaut, et vérifier que l'U.M. le reçoit.

Vérifiez que : heure de l'enregistrement, sous-station, ligne, phase, et tous autres informations du fichier correspondent à ce que vous avez simulé.

D'habitude, on utilise une communication en temps réel entre TDU-100E et l'U.M. ; dans ce cas, on reçoit l'enregistrement dans les secondes.

NOTE : Attention ! Le nom de la sous-station et de la ligne de TDU-100E doit correspondre avec celui de U.M., autrement il n'y aura aucune communication.

2. Cas 2: communication avec MODEM

La communication avec numérotation est aussi utilisée. L'essai est similaire au point à point ; seulement, après la simulation du défaut, il faut appeler l'U.M., comme décrit dans le manuel du logiciel TAS-2100E.

3. Cas 3: communication ETHERNET

La communication par ETHERNET est effectuée en temps réel. La conduction de l'essai est la même du cas point à point.

4. ENTRETIEN ET DEPANNAGE

4.1 Entretien

4.1.1 Inspection périodique

L'équipement sera inspecté périodiquement. Si l'on trouve quelque problème simple, on peut le corriger ; autrement, il faut contacter ISA. L'inspection périodique inclut :

- L'environnement doit être propre et bien ventilé ; TDU-100E ne doit pas être sale à cause de la poudre. La température du cabinet doit être normale ; TDU-100E, en particulier, aura une température pas plus haute de 10 °C par rapport à l'ambiant.
- Vérifiez que le voyant « MARCHE » soit allumé, et que les voyants « SYNC » et « Com » clignotent normalement.
- Vérifiez que les connexions sur la face arrière soient fermement fixés.

4.1.2 Essai d'entretien

Tous les trois ans, on peut conduire un essai plus à fond, pour vérifier qu'il n'y a pas des défauts cachés. Ce test peut se faire aisément sur les équipements qui sont branchés avec le TC à tore ouvrant.

- Vérifiez si l'équipement signalise un défaut interne. Il faut éteindre TDU-100E, et vérifier que le contact « ALARME » sur le module d'alimentation soit fermé. Ensuite, allumez TDU-100E, et vérifiez que le contact « ALARME » sur le module d'alimentation soit ouvert.
- Vérifiez que l'équipement enregistre le défaut, et qu'il transmet le fichier à l'Unité Maitre, comme décrit dans les paragraphes ici avant.

4.2 Dépannage

En cas de problèmes, après l'inspection décrite ici avant, le premier pas est de vérifier les connexions des fils et des câbles. Quand l'on s'est assuré qu'ils sont bien, suivre les indications ici ensuite.

4.2.1 Le voyant « ALIM. » est éteint

Pour ce défaut, il y a trois causes possibles.

1) La tension d'alimentation ne correspond pas à la gamme prévue.
   Il faut mesurer la valeur de la tension d'alimentation, et le comparer à l'étiquette du module, qui affiche la gamme acceptée. En cas d'erreur, il faut changer la source d'alimentation.
2) Le commutateur du réseau est éteint.
   Appuyer sur le commutateur : TDU-100E doit s'allumer quand il est en position ON.
3) Le fusible du module d'alimentation est brulé.
   Vérifiez le fusible ; s'il est ouvert, remplacez-le (un fusible vient avec l'équipement ; type du fusible F3A).

4.2.2 Le voyant « MARCHE » ne clignote pas

Cause possible : suite à une perturbation très forte, le logiciel de l'équipement ne marche plus correctement. Pour réparer le problème, il faut éteigner et allumer TDU-100E.

4.2.3 Le voyant « Sync » ne clignote pas

Cause possible : l'équipement ne reçoit pas le signal de synchronisation.

1. Synchronisation avec IRIG-B. Vérifier la connexion, et, en particulier, sa polarité. Ensuite, vérifiez l'horloge, et qu'il soit synchrone avec le satellite.

2. Synchronisation 1 PPs. Vérifiez que le voyant « Sync » clignote normalement. Ensuite, vérifiez la connexion RS-485. Ensuite, vérifiez l'horloge, et qu'il soit synchrone avec le satellite.
3. Synchronisme GPS interne. Vérifiez que le voyant « Sync » clignote normalement. Ensuite, vérifiez le placement de l'antenne, et le câble de connexion.

4.2.4 Alarme interne

Si l'équipement est allumé, la cause possible est que l'équipement ne reçoit pas le signal de synchronisation ; voir le paragraphe avant.

4.2.5 Le module IRIG-B ne clignote pas

Cause possible : l'équipement ne reçoit pas le signal de synchronisation. Il faut vérifier que le signal arrive, avec un oscilloscope.

4.2.6 Pas de transmission des données

Avant tout, vérifiez l'indicateur « Com » sur la face avant. S'il clignote normalement, la transmission et réception des données doit être normale.
S'il ne clignote pas, vérifiez que les paramètres de configuration soient corrects.
Après avoir constaté que la transmission est correcte, vérifiez que les paramètres de configuration de la ligne soient les mêmes.

4.2.7 Défaut sur l'entrée analogique

1) Symptôme : les entrées analogiques ne marchent pas correctement.
   Dans ce cas, vérifiez que le câblage des entrées ne correspond pas au schéma.

2) Symptôme : manque de signal des entrées analogiques. Causes possibles : coupure d'une connexion, erreur de configuration.

APPENDICE A: LISTE D'IMBALLAGE DE TDU-100E

NO.	Matériels	Quantité
1	Unité TDU-100E : inclut les modules de 1 à 6 suivants.	1
2	Module d'alimentation; un de trois types	1
3	Module COMM, un de deux types	1
4	Module de synchronisme; un de cinq types	1
5	Module logique ; un de quatre types	1 ou 2
6	Modules analogiques; types: AD, AI, AV	1 à 8
7	Transformateurs à tore ouvrant : trois pour chaque module AI	3 à 24
8	Antenne pour GPS	1
9	Câble de l'antenne, 30 m de long	1
10	Kit de montage de l'antenne	1
11	Déchargeur pour l'antenne	1
12	Câble de connexion point à point, 9 voies, 2 m de long, connexion directe	1
13	Câble de connexion locale, RJ45 à RJ45, 1,5 m de long	2
14	Câble d'alimentation, 1,5 m de long	1
15	Fusible T3A	1
16	Notices de TDU-100E	3
17	Disque avec le logiciel	1
18	En cas d'option MODEM : câble de connexion locale, RJ11 à RJ11, 2 m de long	1
19	Module DO optionnel	0 ou 1